

544,251

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
16 septembre 2004 (16.09.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
**WO 2004/079952 A1**

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> : **H04B 10/18**

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/000205

(22) Date de dépôt international :  
29 janvier 2004 (29.01.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
03/01444 7 février 2003 (07.02.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) :  
**FRANCE TELECOM** [FR/FR]; 6, place d'Alleray,  
F-75015 Paris (FR).

(72) Inventeur; et

(75) Inventeur/Déposant (pour US seulement) : **PINCEMIN**,  
Erwan [FR/FR]; Kernevez, F-22290 Gommenec'h (FR).

(74) Mandataire : **REMY, Vincent**; Cabinet LHERMET LA  
BIGNE ET REMY, 191, rue Saint-Honoré, F-75001 Paris  
(FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

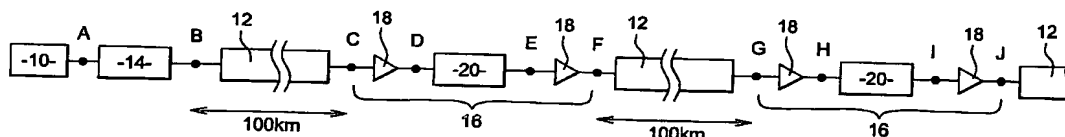
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR HIGH RATE OPTICAL TRANSMISSION AND USE OF SAID DEVICE AND METHOD

(54) Titre : DISPOSITIF ET PROCEDE DE TRANSMISSION OPTIQUE A TRES HAUT DEBIT, UTILISATION DE CE DISPOSITIF ET DE CE PROCEDE



(57) Abstract: The invention relates to a device for transmitting a signal across an optical data transmission network, comprising a pulse emitter (10) and at least one fibre line (12) for the transmission of at least one pulse in said fibre line. Said device further comprises a linear pulse expander module (14) with a dispersive and linear propagation means, the cumulative chromatic dispersion of which is sufficiently high to reduce the peak power ( $P_c$ ) of the pulse below a predetermined threshold. A signal above said threshold is susceptible to non-linear distortions in the fibre line. The expander module (14) is arranged between the emitter (10) and the fibre line (12).

(57) Abrégé : L'invention concerne notamment un dispositif de transmission d'un signal à travers un réseau optique de transmission de données, comportant un émetteur d'impulsions (10) et au moins une fibre de ligne (12) pour la transmission d'au moins une impulsion dans cette fibre de ligne. Ce dispositif comporte en outre un module (14) d'élargissement linéaire d'impulsions comportant un milieu de propagation dispersif et linéaire dont la dispersion chromatique cumulée est suffisamment élevée pour réduire la puissance de crête ( $P_c$ ) de l'impulsion en deçà d'un seuil prédéterminé, seuil au-dessus duquel un signal est susceptible de subir des distorsions non linéaires dans la fibre de ligne, ce module d'élargissement (14) étant disposé entre l'émetteur (10) et la fibre de ligne (12).

WO 2004/079952 A1

-1-

Dispositif et procédé de transmission optique à très haut débit, utilisation de ce dispositif et de ce procédé

La présente invention concerne un dispositif de transmission d'un signal à travers un réseau optique de transmission de données. L'invention concerne également un procédé de transmission correspondant ainsi qu'une utilisation de ce dispositif et de ce procédé.

5 Plus précisément, l'invention concerne un dispositif de transmission à travers un réseau optique de transmission de données, du type comportant un émetteur d'impulsions et au moins une fibre de ligne pour la transmission d'au moins une impulsion dans cette fibre de ligne.

Un tel dispositif de transmission est connu et est utilisé pour des transmissions à très haut débit, tel que par exemple 40 Gbit/s ou davantage. Depuis peu, on souhaite  
10 utiliser ce type de dispositif pour des transmissions dont le débit atteint ou est supérieur à 160 Gbit/s.

A de tels débits, des distorsions non linéaires du signal peuvent apparaître. Ces distorsions augmentent de façon importante les erreurs de transmission. En particulier, les effets non linéaires intra-canal connus de type SPM (pour "Self Phase Modulation",  
15 c'est-à-dire auto-modulation de phase), ICXPM (pour "Intra Channel Cross Phase Modulation", c'est-à-dire modulation de phase croisée intra-canal), ICFWM (pour "Intra Channel Four Wave Mixing", c'est-à-dire mélange à quatre ondes intra-canal), ICSRS (pour "Intra Channel Stimulated Raman Scattering", c'est-à-dire diffusion Raman stimulée intra-canal), ou auto-raïdissement, ont des conséquences très lourdes sur la qualité de  
20 transmission.

Une solution pour réduire l'accumulation de distorsions non linéaires consiste à remplacer une fibre de ligne située entre deux dispositifs d'amplification par une succession de portions de fibres optiques comportant alternativement une dispersion chromatique positive et négative, avec une courte périodicité. Cette solution est  
25 compliquée et n'est pas très pratique d'utilisation. En effet, alterner différentes types de fibres dans un câble est techniquement complexe. De plus, cela présente l'inconvénient de rendre plus difficile une intervention en cas de rupture de câble entre deux dispositifs d'amplification, puisqu'il n'est alors pas aisé de savoir quel type de fibre est à remplacer.

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients en fournissant un dispositif  
30 de transmission capable de transmettre un signal sans distorsion non linéaire, à moindre coût, même à très haut débit.

L'invention a donc pour objet un dispositif de transmission du type précité, caractérisé en ce qu'il comporte un module d'élargissement linéaire d'impulsions

-2-

comportant un milieu de propagation dispersif et linéaire dont la dispersion chromatique cumulée est suffisamment élevée pour réduire la puissance de crête de l'impulsion en deçà d'un seuil prédéterminé, seuil au-dessus duquel un signal est susceptible de subir des distorsions non linéaires dans la fibre de ligne, ce module d'élargissement étant  
5 disposé entre l'émetteur et la fibre de ligne.

En effet, les distorsions non linéaires d'un signal dans la fibre de ligne apparaissent pour des puissances instantanées du signal dépassant un certain seuil.

Ainsi, le dispositif de transmission selon l'invention impose la propagation de l'impulsion à travers un milieu dispersif et linéaire avant de transmettre l'impulsion dans la  
10 fibre de ligne, de sorte que la puissance de crête de l'impulsion soit suffisamment réduite, pour être située en dessous dudit seuil lorsque l'impulsion entre dans la fibre de ligne, garantissant qu'ensuite toute distorsion du signal sera linéaire dans la fibre de ligne.

Un dispositif de transmission selon l'invention peut en outre comporter l'une ou plusieurs des caractéristiques suivantes :

15 - le module d'élargissement comprend une fibre de type HOM, SLA, ou à cristaux photoniques ;

- le dispositif comporte une pluralité de modules d'amplification, disposés régulièrement le long de la fibre de ligne, comportant chacun un module de compensation de dispersion comprenant un milieu de propagation dispersif et linéaire ; et

20 - le module de compensation de dispersion comprend une fibre de type HOM, SLA, ou à cristaux photoniques.

L'invention a également pour objet l'utilisation d'un dispositif de transmission tel que décrit précédemment pour un réseau optique à débit au moins égal à 160 Gbit/s.

L'invention a également pour objet un procédé de transmission d'un signal à travers  
25 un réseau optique de transmission de données comportant les étapes consistant à émettre au moins une impulsion et à transmettre cette impulsion à travers un réseau optique de transmission de données comportant au moins une fibre de ligne, caractérisé en ce qu'il comporte en outre, avant de transmettre l'impulsion dans la fibre de ligne, une étape consistant à transmettre l'impulsion dans un milieu de propagation dispersif et  
30 linéaire dont la dispersion chromatique cumulée est suffisamment élevée pour réduire la puissance de crête de l'impulsion en deçà d'un seuil prédéterminé, seuil au-dessus duquel un signal est susceptible de subir des distorsions non linéaires dans la fibre de ligne.

Un procédé de transmission selon l'invention peut en outre comporter la  
35 caractéristique selon laquelle, l'impulsion transmise étant amplifiée par des modules d'amplification disposés régulièrement le long de la fibre de ligne, on transmet l'impulsion,

-3-

dans ces modules d'amplification, dans un milieu de propagation dispersif et linéaire pour compenser la dispersion subie par l'impulsion dans la fibre de ligne.

Enfin, l'invention a pour objet l'utilisation d'un procédé tel que décrit précédemment pour une transmission optique à débit au moins égal à 160 Gbit/s.

5 L'invention sera mieux comprise à l'aide de la description qui va suivre, donnée uniquement à titre d'exemple et faite en se référant aux dessins annexés dans lesquels :

- la figure 1 représente un dispositif de transmission optique selon l'invention ;
- la figure 2 représente l'allure d'une impulsion se propageant dans le dispositif de transmission optique de la figure 1 ; et
- 10 - la figure 3 est un diagramme qui représente l'évolution de la largeur temporelle d'une impulsion se propageant dans le dispositif optique de la figure 1.

Le dispositif représenté sur la figure 1 comporte un émetteur d'impulsions 10 adapté pour l'émission de signaux à très haut débit dans une fibre optique de ligne 12.

La fibre de ligne 12 est par exemple une fibre de type SSMF (pour "Standard Single Mode Fiber", c'est-à-dire fibre mono-mode standard), conforme à la norme UIT G.652.

15 Pour la modulation du signal à l'intérieur du dispositif de transmission, on utilise, de façon classique un multiplexage temporel optique de type OTDM (pour "Optical Time Division Multiplexing") ou un multiplexage en longueur d'onde de type WDM (pour "Wavelength Division Multiplexing").

20 Le dispositif comporte en outre un module 14 d'élargissement linéaire d'impulsions comportant un milieu de propagation dispersif et linéaire, caractérisé par un coefficient de dispersion chromatique prédéterminé.

Dans ce type de milieu, même à très haut débit, les effets non linéaires sont considérablement réduits. En fait, ils n'apparaissent que pour des puissances de signaux 25 très nettement supérieures à celles à partir desquelles ces mêmes effets sont susceptibles d'apparaître dans la fibre de ligne 12.

Le module d'élargissement 14 peut par exemple comporter une fibre optique de type HOM (pour "Higher Order Mode", c'est-à-dire mode d'ordre supérieur), de type SLA (pour "Super Large effective Area", c'est-à-dire à très large surface effective) ou une fibre à 30 cristaux photoniques.

Par exemple, pour une transmission à 160 Gbit/s d'impulsions 10 dont la largeur temporelle à mi-hauteur est de 2 ps, on choisit, pour le module d'élargissement 14, une fibre optique de dispersion cumulée de 5,4 ps/nm pour un facteur d'élargissement de 2, de 8,9 ps/nm pour un facteur d'élargissement de 3, de 12,2 ps/nm pour un facteur 35 d'élargissement de 4, de 15,4 ps/nm pour un facteur d'élargissement de 5, ou encore de

31,2 ps/nm pour un facteur d'élargissement de 10, selon le résultat souhaité. Ces calculs sont connus de l'homme du métier et ne seront pas détaillés davantage.

Le module 14 d'élargissement linéaire d'impulsions est disposé entre l'émetteur d'impulsions 10 et la fibre de ligne 12.

5 De façon régulière, par exemple tous les 100 km, la fibre de ligne est interrompue et un module d'amplification 16 est inséré dans cette fibre de ligne 12. Ce module d'amplification 16 comporte de façon classique, en entrée et en sortie, deux amplificateurs 18 entre lesquels est inséré un module 20 de compensation de dispersion du même type que le module d'élargissement 14.

10 Comme le module d'élargissement 14, le module 20 de compensation de dispersion comprend un milieu de propagation dispersif et linéaire. Il peut donc aussi comporter une fibre optique de type HOM, de type SLA ou à cristaux photoniques.

Le fait qu'un signal subisse un élargissement temporel ou au contraire une concentration temporelle dans un milieu dispersif dépend des propriétés du signal en  
15 entrée de ce milieu et des propriétés du milieu précédemment traversé, notamment du signe de son coefficient de dispersion. Le choix des paramètres de chaque milieu de propagation, que ce soit dans la fibre de ligne 12, dans le module 14 d'élargissement linéaire d'impulsion, ou dans le module 20 de compensation de dispersion, ayant pour effet l'élargissement ou la concentration temporelle du signal transmis, est connu de  
20 l'homme du métier et ne sera donc pas détaillé dans la suite.

L'allure générale d'une impulsion 30 émise par l'émetteur 10 est représentée sur la figure 2, à différents endroits du dispositif de transmission.

En A, c'est-à-dire à la sortie de l'émetteur 10, l'impulsion 30 a une puissance de crête  $P_c$  supérieure à un seuil  $S$  prédéterminé. Ce seuil  $S$  correspond à une puissance de  
25 signal au-delà de laquelle ce signal est susceptible de subir des distorsions non linéaires lorsqu'il se propage à travers la fibre de ligne 12. On notera également qu'en sortie de l'émetteur 10, l'impulsion 30 a une largeur temporelle à mi-hauteur  $\Delta\tau$  faible.

Pour éviter les distorsions non linéaires, l'impulsion 30 se propage tout d'abord dans le module d'élargissement linéaire d'impulsions 14 en sortie duquel, au point B, la  
30 puissance de crête  $P_c$  a diminué pour se retrouver en dessous du seuil  $S$ . En contrepartie, l'impulsion 30 est temporellement élargie, c'est-à-dire que la valeur de  $\Delta\tau$  a augmenté entre A et B.

La puissance de l'impulsion étant alors toujours inférieure à  $S$ , celle-ci peut se propager dans la fibre de ligne 12 sans subir de distorsion non linéaire.

Ensuite, en C, l'impulsion 30 s'étant atténuée lors de sa propagation dans la fibre de ligne 12, sa puissance de crête  $P_c$  atteint, par exemple au bout de 100 km, une valeur nécessitant une amplification du signal.

5 Dans le module d'amplification 16, l'impulsion 30 traverse tout d'abord le premier amplificateur 18, ce qui a pour effet d'augmenter sa puissance de crête  $P_c$ . Par contre, la largeur de l'impulsion  $\Delta\tau$  n'est pas modifiée.

10 Puis, l'impulsion se propage dans le module de compensation de dispersion 20, pour atteindre en sortie de ce module, c'est-à-dire au point E, une valeur de puissance de crête encore supérieure mais inférieure au seuil S, avec une largeur  $\Delta\tau$  ramenée à sa valeur en B.

Ensuite, l'impulsion 30 travers le deuxième amplificateur 18, de sorte qu'en F elle reprend la même forme qu'en B.

Ensuite, aux points G, H, I, J, l'impulsion 30 a de nouveau la même forme qu'aux points C, D, E et F.

15 Le diagramme de la figure 3 représente l'évolution de la largeur temporelle de l'impulsion 30 au cours de sa propagation dans le dispositif de transmission optique.

20 Entre A et B, dans le module 14 d'élargissement linéaire d'impulsions, l'impulsion est élargie, pour que sa puissance de crête soit inférieure au seuil S. Ensuite, entre B et C, dans la fibre de ligne 12, l'impulsion continue à s'élargir progressivement et subit également une atténuation.

Entre C et F, l'impulsion est d'une part amplifiée par les deux amplificateurs 18 et d'autre part redressée par le module 20 de compensation de dispersion, ce qui a pour effet de redonner à la largeur temporelle  $\Delta\tau$ , la valeur qu'elle avait en B.

25 Ensuite, entre F et G, l'impulsion subit les mêmes transformations (élargissement et atténuation) qu'entre B et C dans la fibre de ligne 12. Enfin, entre G et J, le signal subit le même redressement qu'entre C et F.

30 Le dispositif de transmission optique comportant des modules d'amplification 16 disposés régulièrement par exemple tous les 100 km, le signal représentant l'évolution de la largeur temporelle d'impulsions le long de ce dispositif est un signal périodique de périodes (B,F).

Il apparaît clairement qu'un dispositif de transmission selon l'invention et le procédé de transmission correspondant, permettent la transmission, sans distorsion non linéaire d'impulsions, même à très haut débit, et notamment à des débits pouvant atteindre ou dépasser 160 Gbit/s.

35 De façon plus générale, même à des débits inférieurs, c'est-à-dire par exemple dès 40 Gbit/s, ce dispositif est particulièrement bien adapté pour la transmission optique.

### REVENDEICATIONS

1. Dispositif de transmission d'un signal à travers un réseau optique de transmission de données, comportant un émetteur d'impulsions (10) et au moins une fibre de ligne (12) pour la transmission d'au moins une impulsion (30) dans cette fibre de ligne, caractérisé en ce qu'il comporte un module (14) d'élargissement linéaire d'impulsions comportant un milieu de propagation dispersif et linéaire dont la dispersion chromatique cumulée est suffisamment élevée pour réduire la puissance de crête ( $P_c$ ) de l'impulsion en deçà d'un seuil (S) prédéterminé, seuil au-dessus duquel un signal est susceptible de subir des distorsions non linéaires dans la fibre de ligne, ce module d'élargissement (14) étant disposé entre l'émetteur (10) et la fibre de ligne (12).

2. Dispositif de transmission selon la revendication 1, caractérisé en ce que le module d'élargissement (14) comprend une fibre de type HOM, SLA, ou à cristaux photoniques.

3. Dispositif de transmission selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce qu'il comporte une pluralité de modules d'amplification (16), disposés régulièrement le long de la fibre de ligne (12), comportant chacun un module (20) de compensation de dispersion comprenant un milieu de propagation dispersif et linéaire.

4. Dispositif de transmission selon la revendication 3, caractérisé en ce que le module (20) de compensation de dispersion comprend une fibre de type HOM, SLA, ou à cristaux photoniques.

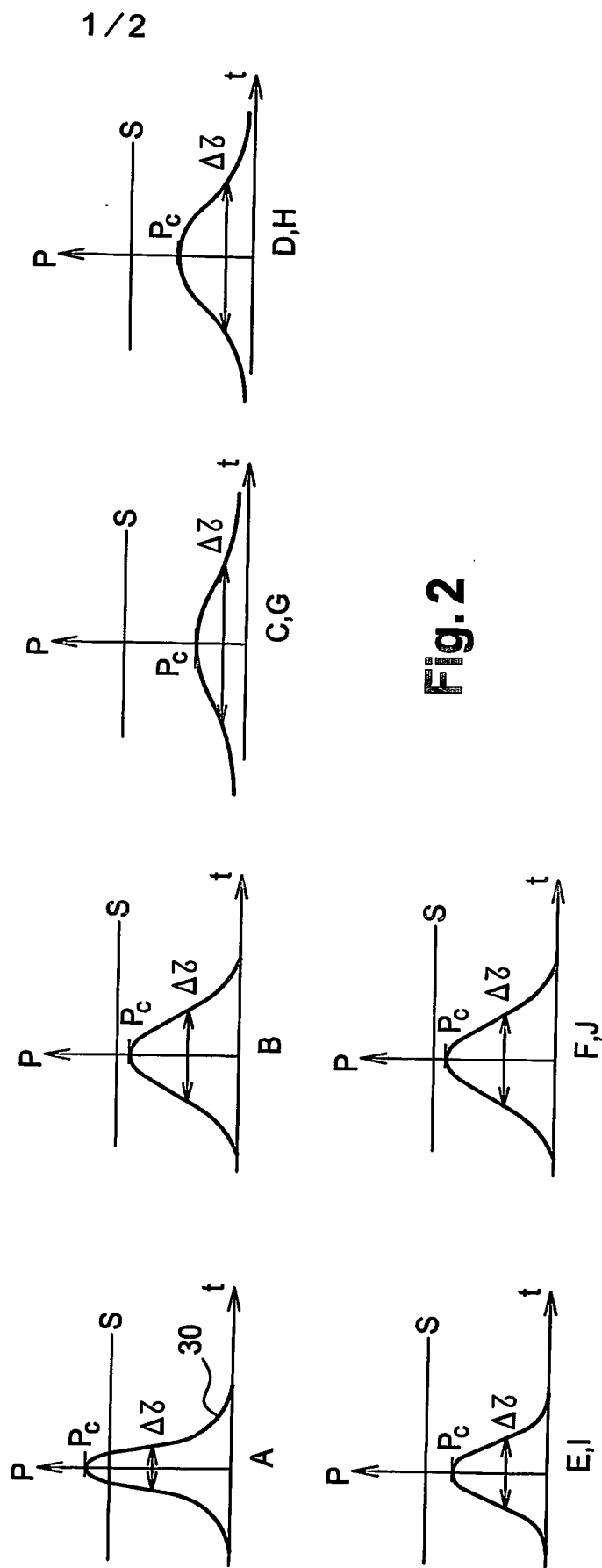
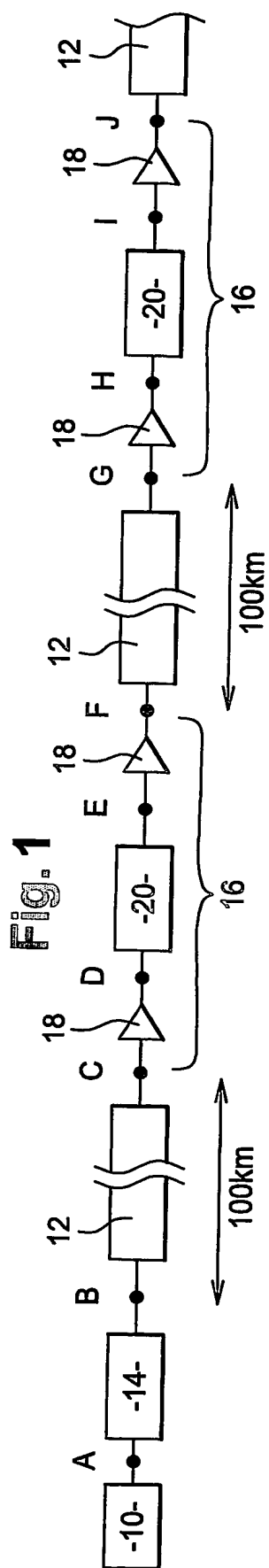
5. Utilisation d'un dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, pour un réseau optique à débit au moins égal à 160 Gbit/s.

6 Procédé de transmission d'un signal à travers un réseau optique de transmission de données comportant les étapes consistant à émettre au moins une impulsion (30) et à transmettre cette impulsion à travers un réseau optique de transmission de données comportant au moins une fibre de ligne (12), caractérisé en ce qu'il comporte en outre, avant de transmettre l'impulsion dans la fibre de ligne, une étape consistant à transmettre l'impulsion dans un milieu (14) de propagation dispersif et linéaire dont la dispersion chromatique cumulée est suffisamment élevée pour réduire la puissance ( $P_c$ ) de crête de l'impulsion en deçà d'un seuil (5) prédéterminé, seuil au-dessus duquel un signal est susceptible de subir des distorsions non linéaires dans la fibre de ligne.

-7-

5 7. Procédé de transmission selon la revendication 6, caractérisé en ce que, l'impulsion transmise étant amplifiée par des modules d'amplification (16) disposés régulièrement le long de la fibre de ligne, on transmet l'impulsion, dans ces modules d'amplification, dans un milieu de propagation dispersif et linéaire pour compenser la dispersion subie par l'impulsion dans la fibre de ligne.

8. Utilisation d'un procédé selon la revendication 6 ou 7, pour une transmission optique à débit au moins égal à 160 Gbit/s.



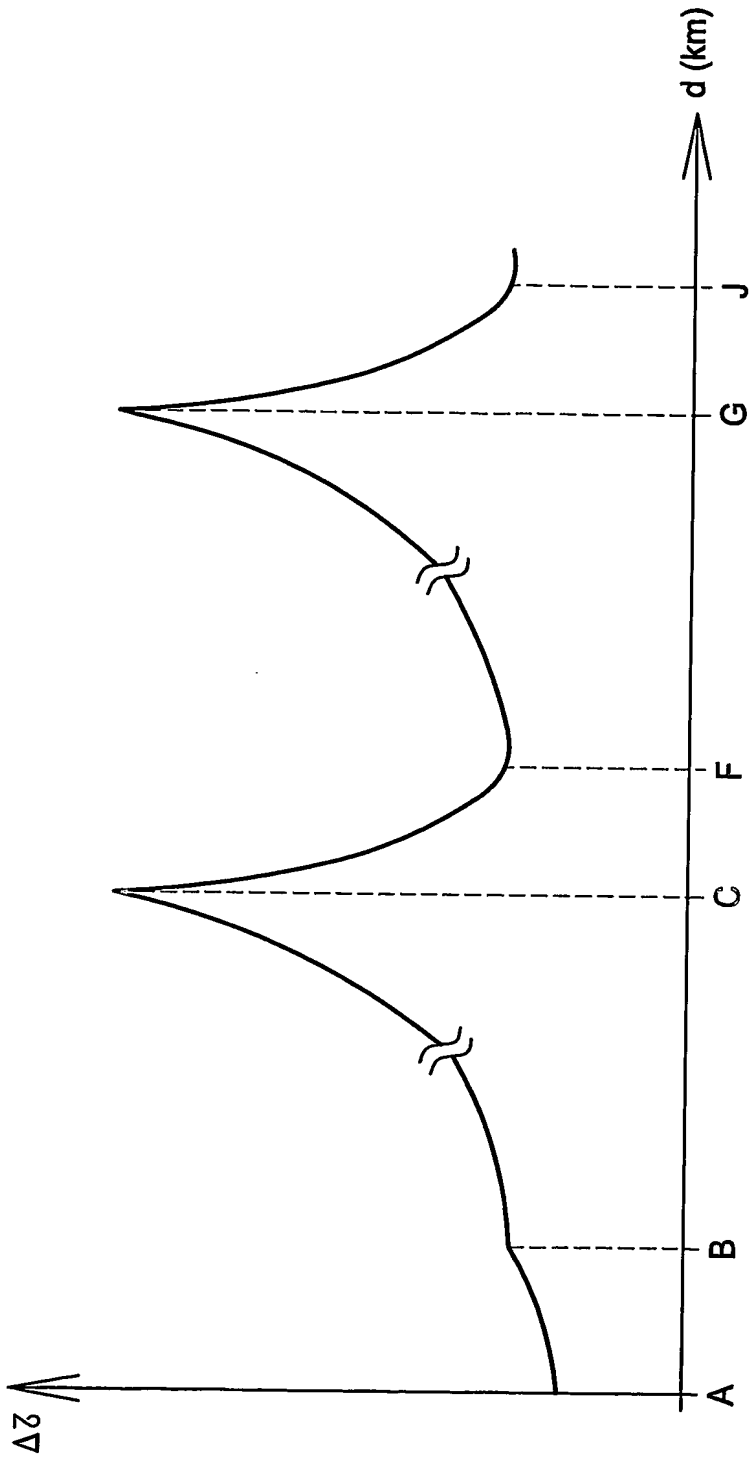


Fig. 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/000205

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H04B10/18

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H04B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 5 737 460 A (HAUS HERMAN ANTON ET AL) 7 April 1998 (1998-04-07) abstract figure 1 column 6, line 39-41	1-8
Y	US 6 418 256 B1 (ROSENBLIT MICHAEL ET AL) 9 July 2002 (2002-07-09) figures 1, 14 column 1, line 57-64 column 4, line 60-66 column 5, line 2-6 column 5, line 29-31 column 7, line 8-14 column 7, line 43-54 column 10, line 36-40 column 10, line 65-67	1-8

-/--

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents :

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \* & \* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 2004

Date of mailing of the international search report

01/07/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
 NL - 2280 HV Rijswijk  
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Petitit, N

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR2004/000205

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 918 751 A (MOUROU GERARD A ET AL) 17 April 1990 (1990-04-17) abstract figure 1 claims 1-3,11	1-8
A	EP 0 504 834 A (NIPPON ELECTRIC CO) 23 September 1992 (1992-09-23) page 2, line 1-55	1,6

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/000205

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5737460	A	07-04-1998	NONE	
US 6418256	B1	09-07-2002	AU 3240100 A	14-09-2000
			WO 0051268 A1	31-08-2000
			WO 0051269 A1	31-08-2000
			AU 3860200 A	14-09-2000
			US 6360045 B1	19-03-2002
US 4918751	A	17-04-1990	NONE	
EP 0504834	A	23-09-1992	JP 3036876 B2	24-04-2000
			JP 4293024 A	16-10-1992
			DE 69220268 D1	17-07-1997
			DE 69220268 T2	09-10-1997
			EP 0504834 A2	23-09-1992
			US 5315426 A	24-05-1994

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H04B10/18

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H04B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, PAJ, WPI Data, INSPEC

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
Y	US 5 737 460 A (HAUS HERMAN ANTON ET AL) 7 avril 1998 (1998-04-07) abrégé figure 1 colonne 6, ligne 39-41	1-8
Y	US 6 418 256 B1 (ROSENBLIT MICHAEL ET AL) 9 juillet 2002 (2002-07-09) figures 1, 14 colonne 1, ligne 57-64 colonne 4, ligne 60-66 colonne 5, ligne 2-6 colonne 5, ligne 29-31 colonne 7, ligne 8-14 colonne 7, ligne 43-54 colonne 10, ligne 36-40 colonne 10, ligne 65-67	1-8
	--- -/-	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

18 juin 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

01/07/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Petitit, N

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 918 751 A (MOUROU GERARD A ET AL) 17 avril 1990 (1990-04-17) abrégé figure 1 revendications 1-3,11 -----	1-8
A	EP 0 504 834 A (NIPPON ELECTRIC CO) 23 septembre 1992 (1992-09-23) page 2, ligne 1-55 -----	1,6

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR2004/000205

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5737460	A	07-04-1998	AUCUN	
US 6418256	B1	09-07-2002	AU 3240100 A	14-09-2000
			WO 0051268 A1	31-08-2000
			WO 0051269 A1	31-08-2000
			AU 3860200 A	14-09-2000
			US 6360045 B1	19-03-2002
US 4918751	A	17-04-1990	AUCUN	
EP 0504834	A	23-09-1992	JP 3036876 B2	24-04-2000
			JP 4293024 A	16-10-1992
			DE 69220268 D1	17-07-1997
			DE 69220268 T2	09-10-1997
			EP 0504834 A2	23-09-1992
			US 5315426 A	24-05-1994